

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-65041

⑤ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 昭和64年(1989)3月10日
 // C 03 B 37/018 A-8821-4G
 G 02 B 6/00 356 A-7036-2H
 審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 多孔質光ファイバ母材製造装置

⑮ 特 願 昭62-220449

⑯ 出 願 昭62(1987)9月4日

⑰ 発 明 者 土 屋 一 郎 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑱ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑲ 代 理 人 弁理士 光石 英俊

明 細 書

ことを特徴とする多孔質光ファイバ母材製造装置。

1. 発明の名称

多孔質光ファイバ母材製造装置

2. 特許請求の範囲

光ファイバ中心部となる出発材を回転チャックで鉛直方向に保持し、上方向へ引き上げる機構を有する引上機と、ガラス原料を火炎加水分解させて生じるガラス微粒子を前記出発材の外周面に堆積させるためのバーナーと、このバーナーにガラス原料、燃焼ガス、支燃性ガス及び不活性ガスを供給する原料及びガス供給装置とを具備した多孔質光ファイバ母材製造装置において、

ガラス微粒子が堆積される位置よりも下の堆積点近傍に配置した、出発材の振れ回り量を測定する振れ回り量測定装置と、回転チャックの爪部を水平面内で回転軸中心よりオフセットさせるXYステージと、回転チャックの回転位相を測定するチャック位相測定装置とを具備する

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明はVAD法で多孔質光ファイバ母材を製造する装置に関する。

<従来の技術>

VAD法における多孔質光ファイバ母材製造方法では、

- (1) 光ファイバ中心部を第1段階として作り、これを出発材とし、
 - (2) 一方、バーナーによりガラス原料ガスと、燃焼ガス、支燃性ガス及び不活性ガスを噴出させて火炎加水分解によりガラス微粒子を生成し、
 - (3) このガラス微粒子を、前記出発材を回転させながら出発材の外周面に堆積させ且つ軸方向に成長させて多孔質光ファイバ母材を作る、
- という所謂「外付法」が用いられることが

ある。この外付法は、例えば特開昭82-70243号に詳述されている。

外付法における多孔質光ファイバ母材製造工程では、出発材を回転させるとき、出発材が振れ回っていると、最終的に光ファイバとしたときにコアの偏心が生じる。そこで特開昭62-70243号の技術では、ガラス微粒子堆積前に、出発材のうちガラス微粒子が堆積して光ファイバとして有効になるべき部分の両端部、またはその近くの有効とならない部分のみの振れ回りを修正して出発材の軸と出発材を回転させるための装置の回転軸とを一致させる「芯出し」を行い、その後出発材外周面にガラス微粒子を堆積し始めるようにしている。

この種の従来の多孔質光ファイバ母材製造装置の一例を第5図に示し、構造及び作用を説明する。第5図は従来の多孔質光ファイバ母材製造装置のうち主に反応装置の部分を示す。

される多孔質光ファイバ母材の先端をモニターして引上速度を制御するために用いるレーザー6と、レーザー6に対応して配置した受光素子7、芯出し用の修正治具8、サポート9、ハンドバーナ10等がある。

修正治具8はサポート9のアーム9aに取付けてあり、サポート9を昇降・回転させることにより修正治具8を回転チャック2の回転軸上の位置に移動することができるようにしてある。

修正治具8は出発材の振れ回りを一方よりダイヤルゲージを当てることにより測定し、他方よりマイクロメータヘッドによって出発材に対し押し込むことができるようにしてある。

動作としては、ハンドバーナ10により出発材上部を加熱軟化させ、サポート9を操作して出発材有効部の上下端付近に修正治具8を当てて振れ回りを修正し、かくして出発材の上下両端部を回転チャック2の回転軸上に

外付工程に用いられる多孔質光ファイバ母材の製造装置は、一般に、バーナーにガラス原料ガス及び燃焼ガス、支燃性ガス、不活性ガスを送るための原料及びガス供給装置と、反応装置と、制御及び操作盤とに大きく区分されてなる。

第5図に示す従来の反応装置は縦型であり、主に、多孔質光ファイバ母材製造のための出発材（一般に石英ガラス棒）を回転させながら軸方向へ引き上げる引上機1と、この引上機1に係合して設けた出発材をつかむ回転チャック2と、ガラス微粒子を発生し堆積させる部分を囲む反応容器3と、ガラス原料ガス及び燃焼ガス等のガスを原料及びガス供給装置より受けて反応させるためのバーナー4と、からなる。また反応装置には、反応容器3内の未堆積ガラス微粒子及び反応副生成物例えば塩化水素ガス等を排気するための排気管5と、出発材の外側に存在し、回転しながら引き上げられる出発材の外周面に付着して生成

芯出しした後に、ガラス微粒子の堆積を開始し、出発材の回転と引上げにより、出発材外周に上部から下部へとガラス微粒子を堆積させる。

<発明が解決しようとする問題点>

しかし、従来のこの種の装置では、芯出しをガラス微粒子堆積前に行うだけであるので、ガラス微粒子堆積中に、例えばバーナー4からの火炎の影響で出発材が再び振れ回り始めることがあった。

また、従来のこの種の装置では、出発材の上下両端部だけを芯出しするので、出発材が完全に真直ぐでない場合には、出発材の有効部である中間部で振れ回りが生ずることがあった。

このように従来の装置では出発材の振れ回りを完全には無くすることができず、従って、例えば偏芯量 $0.4\mu\text{m}$ 以下というように極めて低偏芯の光ファイバが要求される場合は、一部に規格外の偏芯のものが発生することが

避けられなかった。特に、シングルモード光ファイバの場合は、その接続を外径調芯で行うとき、偏芯が大きいと接続ロスが大きくなり、コアで調芯しようとするコネクタを使うにしろ、融着接続を行うにしろ接続コストが極めて高い。

本発明の目的は、上述した従来技術に鑑み、出発材の振れ回りを十分良好にすることができ、多孔質光ファイバ母材製造装置を提供することにある。

<問題点を解決するための手段>

本発明による多孔質光ファイバ母材製造装置は、光ファイバ中心部となる出発材を回転チャックで鉛直方向に保持し、上方向へ引き上げる機構を有する引上機と、ガラス原料を火炎加水分解させて生じるガラス微粒子を前記出発材の外周面に堆積させるためのバーナーと、このバーナーにガラス原料、燃焼ガス、支燃性ガス及び不活性ガスを供給する原料及びガス供給装置とを具備した多孔質光ファイ

バ母材製造装置において、回転軸中心より水平面内でオフセットさせることにより、出発材のうちガラス微粒子が堆積される位置では振れ回りが常になくなる。XYステージの操作は制御系により自動的に行っても良く、あるいは人間が手動で行っても良い。チャック位相測定装置は振れ回りの位相基準を定めるために用いる。

<実施例>

第1図～第4図を参照して本発明を説明する。

第1図は本発明の一実施例に係る多孔質光ファイバ母材製造装置のうち反応装置の部分を示す。原料及びガス供給装置と、制御・操作盤については公知のもので良いので図示を省略した。

第1図に示す反応装置は壺型であり、従来と同様、多孔質光ファイバ母材製造の出発材（石英ガラス棒）を回転させながら引き上げる引上機1と、この引上機1に係合して設けた、出発材を鉛直方向に保持する回転チャック2と、ガラス微粒子を発生し堆積させる部分を囲む反応容器3と、原料及びガス供給装置からガラス原料ガス、燃焼ガス、支燃性ガス及び不活性ガスを受けて反応させるためのバーナー4と、反応容器3内の未堆積ガラス微粒子及び反応副生成物例えば塩化水素ガスなどを排気するための排気管5と、回転しながら引き上げられる出発材の外周面に付着して生成された多孔質光ファイバ母材の先端をモニターして引上速度を制御のために、出発材の外側に配置したレーザー6及びレーザー6に対応する受光素子7と、ハンドバーナー10とを備えている。これらの点は従来の装置と変わらない。

バ母材製造装置において、

ガラス微粒子が堆積される位置よりも下の堆積点近傍に配置した、出発材の振れ回り量を測定する振れ回り量測定装置と、回転チャックの爪部を水平面内で回転軸中心よりオフセットさせるXYステージと、回転チャックの回転位相を測定するチャック位相測定装置とを具備することを特徴とする。

<作用>

最終的製品の光ファイバにコアの偏心がないようにするには、必ずしもガラス微粒子堆積開始前に出発材全体の振れ回りを無くす必要はなく、まさにガラス微粒子を堆積しようしている部分に振れ回りが無ければ良い。

振れ回り量測定装置はガラス微粒子が堆積される位置よりも下の堆積点近傍に存在するので、出発材の引き上げに伴って出発材のうち堆積直前の部分の振れ回り量を次々に測定する。そしてこの測定値がゼロとなるようにXYステージにより回転チャックの爪部を回

く2と、ガラス微粒子を発生し堆積させる部分を囲む反応容器3と、原料及びガス供給装置からガラス原料ガス、燃焼ガス、支燃性ガス及び不活性ガスを受けて反応させるためのバーナー4と、反応容器3内の未堆積ガラス微粒子及び反応副生成物例えば塩化水素ガスなどを排気するための排気管5と、回転しながら引き上げられる出発材の外周面に付着して生成された多孔質光ファイバ母材の先端をモニターして引上速度を制御のために、出発材の外側に配置したレーザー6及びレーザー6に対応する受光素子7と、ハンドバーナー10とを備えている。これらの点は従来の装置と変わらない。

なお、本発明の装置ではガラス微粒子堆積開始前の芯出しを従来装置ほど厳守に行う必要がないので、従来のような特別な芯出し用修正治具8は設けられていない。

また、ハンドバーナー10は簡単な手持ちの治具（図示省略）を用いて堆積開始前に或

る程度振れ回りを修正するために用意したにすぎず、本発明の本質には直接関係しない。

本発明の実施例では、振れ回り量測定装置11として光学的に振れ回り量を測定するように、一次元のCCDアレイセンサーを用い、このCCDアレイセンサー11をガラス微粒子が堆積される位置Bより下の堆積点近傍に固定してある。

また、第2図、第3図にも示すように、XYステージ12としてステッピングモータで駆動するXYステージを用い、このXYステージ12を回転チャック2に取付け、ステッピングモータの駆動で回転チャック2の爪部2aを水平面内で主軸（回転軸）からオフセットできるようにしてある。

更に、チャック位相測定装置13として近接スイッチを用い、回転チャック2の回転に伴いオフセット用のXYステージ12の特定方向本実施例ではY軸方向がCCDアレイセンサー11の測定する方向即ち視野方向と一

うにXYステージ12へパルス指令を出力するようにしている。制御装置14は制御・操作盤に組み込まれている。

第4図を参照してCCDアレイセンサー11による振れ回り測定の原理を説明する。

第4図は、回転チャック2の主軸を水平面に投影して原点0とし、XYステージ12のX方向とY方向を回転座標軸としたX-Y座標と、CCDアレイセンサー11の測定する方向即ち視野方向をyとした固定座標軸のx-y座標と、回転チャック2の位置Cと、振れ回り測定点Pとを水平面に投影して示してある。

今、回転チャック2が角速度 ω で回転すると、第4図において、X-Y座標、C点、P点はともに同じ角速度 ω で回転する。従って、振れ回りをゼロにするにはP点を原点0に合わせてやれば良く、そのためにはC点をX-Y座標上で \overline{PO} だけ移動してC'点とすれば良い。

致したときを、基準位相0度として検出するように近接スイッチ13を設置してある。例えば第2図、第3図に示す如く、近接スイッチ13を回転チャック2の主軸ハウジング部2bにブラケットを介して取付け、一方スピンドル軸2cに金属板15を取付けてあり、スピンドル軸2cが回転して金属板15を近接スイッチ13が検出するときにXYステージ12のY軸方向とCCDアレイセンサー11の視野方向が一致するように、金属板15の取付角度を調整してある。なお、第2図、第3図において、16はスピンドル軸2cの駆動モータ、17は回転チャック2等の支持部材、18は支持部材17の昇降用送りねじ、19はガイドである。

本実施例ではXYステージ12を自動的に操作するように制御装置14を備えており、この制御装置14はCCDアレイセンサー11及び近接スイッチ13が測定した振れ回りのデータを処理し、振れ回り量がゼロとなるよ

一方、近接スイッチ13の検出信号立上り時点で例えばCCDアレイセンサー11の視野方向yがXYステージ12のY軸と一致するように設定しておけば、CCDアレイセンサー11の振れ回り検出信号は受像位置の変化により $A \cos(\omega t + \phi)$ と変化する。ここで、Aは \overline{PO} の長さ即ち振れ回りの振幅であり、 ϕ はXYステージ12のX軸と \overline{PO} との位相差であり、これらは検出信号 $A \cos(\omega t + \phi)$ から求まる。

制御装置14はCCDアレイセンサー11からの検出信号 $A \cos(\omega t + \phi)$ を入力してAと ϕ 、更にXY方向の各修正量 $-A \cos \phi$ 、 $-A \sin \phi$ を演算で求め、XYステージ12に $-A \cos \phi$ をX方向の移動指令として与え、 $-A \sin \phi$ をY方向の移動指令として与えるようにしてある。これにより、ガラス微粒子の堆積点が出発材の上端部から中間部へ、更に中間部から下端部へ移っても常に芯出しされ、振れ回りがなくなる。

なお、制御装置14を用いずに、人間がCCDアレイセンサー11の検出信号 A_{∞} ($\omega t + \phi$)と近接スイッチ13の基準位相検出信号とから A と ϕ を求め、更に修正量 $-A_{\infty}\phi$ 、 $-A_{\infty}\phi$ を計算してXYステージ12を動かすようにしても良い。

上述したように本発明の装置を使用すれば、出発材の有効部をガラス微粒子堆積開始前に予め芯出ししておくことは必ずしも必要ではない。しかし、実用上は下記①、②の理由により、厳密でなくても或る程度は予め芯出しをしておくことが好ましい。

- ① ガラス微粒子堆積部は鉛直方向に分布しており、且つ、実際に振れ回りを測定している所の上部であるから、全く芯出しをしておかないと測定箇所では振れ回りがゼロでもそこから少し離れたガラス微粒子堆積点では出発材が幾らか振れ回りする可能性があるからである。そこで、一度簡単な芯出し、例えば出発材の軸と回転チャック2

れ回りを修正しながらガラス微粒子を出発材に堆積させた実例について述べる。

ここで、振れ回り量測定装置としての1次元CCDアレイセンサー11は7 μm の分解能を有するものとし、XYステージ12は2 μm /パルスのステッピングモータを用いたものとし、チャック位相測定装置13として近接スイッチを用い、近接スイッチ13の検出信号立上り時点でXYステージ12のY軸とCCDアレイセンサー11の視覚方向(Y軸)とが ± 5 度($\pm \pi/36$)の範囲に入るように調整した。更に、測定時のノイズを除去するため、制御装置14はCCDアレイセンサー11の振れ回り検出信号 $A_{\infty}(\omega t + \phi)$ から A と ϕ とを50回転分ずつ測定してその平均値 \bar{A} と $\bar{\phi}$ を計算し、XYステージ12に $-\bar{A}_{\infty}\bar{\phi}$ をX方向移動指令として与え、 $-\bar{A}_{\infty}\bar{\phi}$ をY方向移動指令として与えるものとした。

上述の如く振れ回り修正を時々刻々と行い、最終的に製作したシングルモード光ファイバ

の主軸をほぼ平行になる程度に一致させておけば、わずかな上下差による出発材の振れ回りは無視できる程度に小さくなる。

- ② 振れ回り量測定装置11の測定可能振幅が有限であり、またXYステージ12の可動距離も有限であるので、初期の振れ回り量をこれらの範囲内に抑えておく必要があるからである。

上記①、②の理由により、第1図の実施例装置ではハンドバーナー10と簡単な手持ちの治具(図示省略)により、ガラス微粒子堆積開始前に、予め簡単に出発材の芯出しを行うようにした。

また更に、上記説明の実施例では振れ回り量測定装置11として一次元CCDアレイセンサーを使用し、チャック位相測定装置13として近接スイッチを使用した。が、それぞれ他の種の測定装置で良いことは言うまでもない。

次に第1図の実施例装置を使って実際に振

から50サンプルを採って偏心を測定したところ、平均0.16 μm であり、且つ、全サンプルが0.4 μm 以下の偏心であった。

これに対し、従来の装置を用いた場合、全サンプルの偏心平均は0.26 μm と大きく、更に偏心0.4 μm 以下のものは71%にすぎなかった。

<発明の効果>

本発明による多孔質光ファイバ母材製造装置を用いて多孔質光ファイバ母材を製造すれば、極めて低偏心の光ファイバを生産性高く作ることができる。特にシングルモード光ファイバを作れば、外径偏心で接続を行っても偏心が少ないので接続ロスが小さくて済み、またコアで調芯する場合もシングルモード光ファイバの接続コストがコネクタを使うにしても、融接続をするにしても極めて低くなるという利点がある。

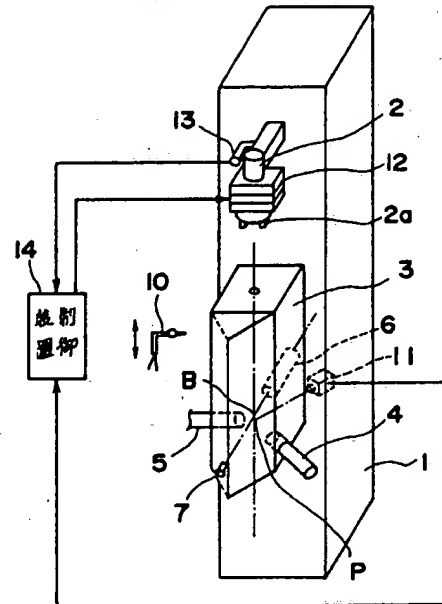
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の多孔質光ファイバ母材製造

第 1 図

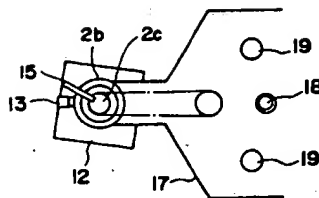
装置の一実施例 示す反応装置部分の構成図、
第2図及び第3図は回転チャック付近の平面図
及び側面図、第4図は振れ回り修正の原理説明
図、第5図は従来装置の構成図である。

図面中、1は引上機、2は回転チャック、2a
は爪部、3は反応容器、4はバーナー、5は排
気管、6はレーザー、7は受光素子、10はハ
ンドバーナー、11は振れ回り量測定装置（一
次元CCDアレイセンサー）、12はXYステ
ージ、13はチャック位相測定装置（近接スイ
ッチ）、14は制御装置である。

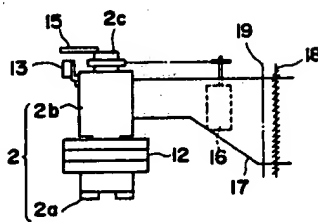


特 許 出 願 人
住友電気工業株式会社
代 理 人
弁理士 光 石 士 郎
(他1名)

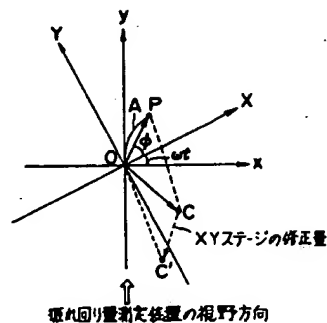
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

